

## A hideg-sokk hatása a rubidium-ion felvételére különböző növényeknél

ZSOLDOS FERENC

József Attila Tudományegyetem Növényélettani és  
Mikrobiológiai Tanszék, Szeged.

Az alacsony hőmérséklet ionfelvételre kifejtett hatását különböző növényeknél számosan tanulmányozták [1, 2, 3, 4, 8, 11]. Általános felfogás, hogy a tápelem felvétel intenzitása a hőmérsékletnek megfelelően változik, azonban az egyes ionok között jelentős különbség tapasztalható. A különböző növények — származási helyüknél megfelelően — szintén eltérően reagálnak az alacsony hőmérsékleti hatásokra. Ez KRAMER szerint [3] jórészt azzal magyarázható, hogy különbségek vannak a plazma viszkozitásában és a sejtmembrán alacsony hőmérsékleten történő megváltozásában. A hirtelen bekövetkező hőcsökkenés pl. a határhártyáknál jelentős permeabilitás változást idézhet elő, amely nyilvánvalóan közvetlenül befolyásolja az ionfelvételt is.

Korábban már beszámoltunk arról, hogy fiatal rizsgyökereknél a Rb ion felvétele csupán 8 °C-ig csökken a hőmérsékletnek megfelelően és ez alatt — 0 °C felé haladva — ismét fokozódik [13]. A szokatlan eredményt ún. hideg-sokk hatással magyarázzuk, melyről más vonatkozásban STRANGE [9] közleményében is utalást találunk. Hasonló körülmények között a foszfát és bromid anionok nem mutatták ezt a hatást, vagyis felvételük a jólismert szabályok szerint történik.

Mivel az alacsony hőmérséklet ionfelvételre kifejtett hatása mind az elmélet, mind a gyakorlat szempontjából érdekes és fontos, ezért vizsgálatainkat különböző növényekkel tovább folytattuk.

### Anyag és módszer

A vizsgálatokhoz az alábbi növényeket használtuk fel: uborka (*Szenzáció*), cirok (*Advance—2*), cukordinnye (*Honey—Rock*), kukorica (*MV—1*), rizs (*Dunghan Shali*), köles, tavaszi árpa és búza. A növényeket 6—9 napos korig (1—2 leveles stádium) vízkultúrában neveltük.

Az abszorpciós oldat, melyben a rövid (60 perces) időtartamú kísérleteket végeztük  $5 \cdot 10^{-4}$  mólos RbCl volt. A különböző hőmérsékleten történő vizsgálatokhoz részben excizált gyökereket, részben intakt növényeket használtunk. A kísérleti oldat pH értéke 5,5 volt.

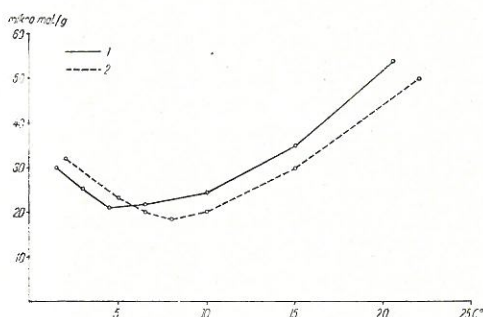
Az Rb-ion felvételéről, melyet Rb-86 segítségével mértünk, 10 percenként történő mintavétellel időgörbét készítettünk. Öt kísérlet átlagértékéből, melynek során lényegében azonos eredményeket kaptunk, szerkesztettük a közölt grafikonokat. Mivel az időgörbék jól szemléltették az összefüggéseket és tendenciákat, ezért mellőzzük a szokásos statisztikai mérőszámok ismertetését. A grafikonok minden esetben az ötven perces felvételi időnek meg-

felelő állapotot ábrázolják. Az excizált gyökereket az abszorpciós oldatba való helyezés előtt 30 percig desztillált vízben tartottuk. A kísérlet ideje alatt gondoskodtunk az oldatok levegőztetéséről. A radioaktív oldatból történő mintavétel után a gyökereket a szokásos módon desztillált vízzel lemostuk és alumínium tálkába helyezve megmértük az aktivitását. Az eredményeket  $\mu\text{mol/g}$  szárazanyagra vonatkoztatva közöljük.

Az intakt növényekkel végzett kísérleteinknél általában másfél óráig tartott a hideg kezelés és ezt követően tápoldatban szobahőmérsékleten ( $22\text{--}24^\circ\text{C}$ ) tartottuk a növényeket. Három-négy nap elteltével értékeltük a hideg-sokk növekedésre kifejtett hatását.

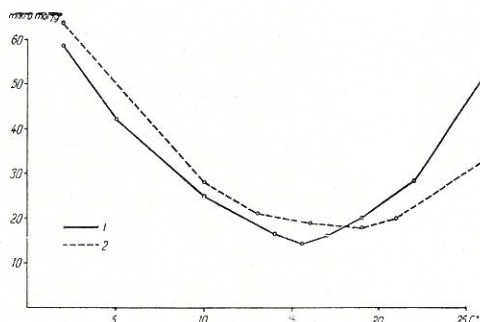
### Kísérleti eredmények

Kísérleti eredményeink szerint hideg-sokk hatás, amely a Rb-ion felvételét a szokásostól eltérő módon befolyásolja, több növényenél is kimutatható. A grafikonokból megállapítható, hogy a vizsgált növényeknél az ún. kritikus



1. ábra

Cirok- és rizsgyökerek Rb felvétele ( $\mu\text{mol/g}$  szárazsúly) különböző hőmérsékleten. 1. Cirok. 2. Rizs



2. ábra

Uborka- és cukordinnye gyökerek Rb felvétele ( $\mu\text{mol/g}$  szárazsúly) különböző hőmérsékleten. 1. Uborka. 2. Cukordinnye

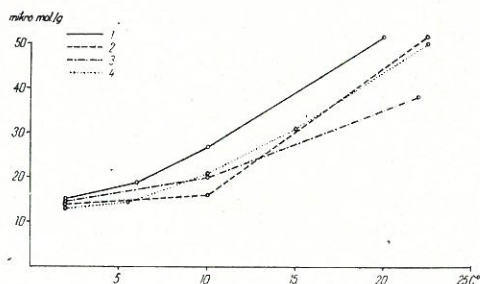
hőmérséklet, vagyis amelynél a sokk-hatás fellép, nagyon különböző. Így a ciroknál pl.  $4\text{--}5^\circ\text{C}$  (1. ábra), az uborkánál  $15\text{--}16^\circ\text{C}$  (2. ábra), míg a cukordinnyénél már  $18\text{--}19^\circ\text{C}$  (2. ábra). A görbék lefutásában is eltérés mutatkozik, melyekből következtetni lehet az alacsony hőmérséklet, pontosabban a hirtelen hőcsökkenés fiziológiai hatására.

Ebből a szempontból különösen az uborka és cukordinnye grafikonjai érdekesek. Az általunk vizsgált körülmények között a cukordinnye hőigényesebbnek látszik, amit az is bizonyít, hogy  $26^\circ\text{C}$ -on az uborka Rb-ion felvétele magasabb. Ugyanakkor  $18^\circ\text{C}$ -tól kezdve  $0^\circ\text{C}$  felé haladva feltehetően a fokozottabb sokk-hatás következtében, a cukordinnye ionfelvétele intenzívebb. Ez a görbe „keresztveződés” megfigyelhető a cirok és rizs esetében is, amely a rizs fokozottabb hidegérzékenysége utal.

Az egyes növényeknél mutatkozó jelentős különbség összhangban van a gyakorlatban is tapasztalható érzékenységgel. KRAMER [3] szerint pl. az uborka, mely igen hamar megsínyli az alacsony hőmérsékletet,  $20^\circ\text{C}$  alatt

már nem képes a transpirációs vízveszteség pótlására. Meglepő ugyanakkor, hogy a kukoricánál, a tavaszi árpánál, sőt még a kölesnél sem tapasztaltunk hideg-sokk hatást (3. ábra).

Az intakt növényekkel végzett előkísérleteink szerint a rövid ideig tartó hideg kezelés (sokk) nem idéz elő irreverzibilis élettani változásokat. A másfél



3. ábra

Búza, kukorica, árpa és köles gyökerek Rb felvétele különböző hőmérsékleten.

1. Búza. 2. Kukorica. 3. Árpa. 4. Köles

óráig 2 °C-on történő hűtés hatására ugyanis 3 nap elteltével csupán a gyökereknél tapasztalható a kontrollhoz viszonyítva, szemmel is jól látható, növekedészavar (4. ábra). Ezt feltehetően a sejtekbe nagy mennyiségben betóduló ionok idézik elő, amelyek közül egyesek, pl. az  $\text{NH}_4^+$ , nagyobb koncentrációban amint arra korábban rámutattunk [10, 12] növekedést zavaró hatásúak. Egyébként PIRSON és munkatársai [7] algáknál is megfigyelték, hogy hirtelen hőmérsékleti változás (30 °C-ról 4 °C-ra) a sejtosztódásban és növekedésben is átmeneti zavart idézett elő.

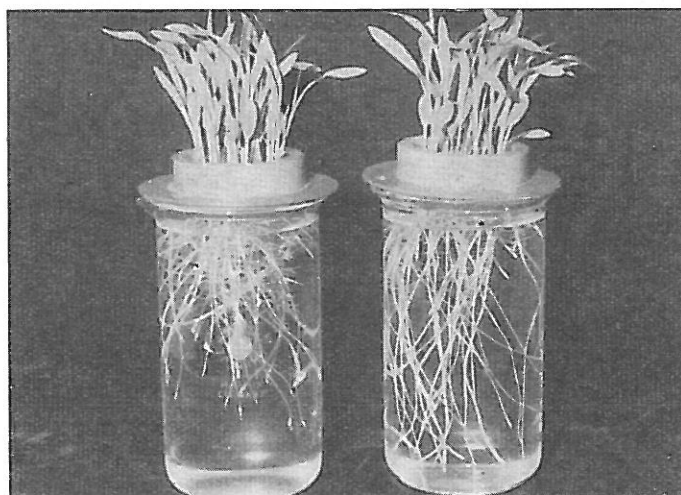
### Eredmények megbeszélése

Korai lenne még az eddigi vizsgálatok alapján jelentősebb elméleti vagy gyakorlati következtetéseket levonni. Annyi azonban máris megállapítható, hogy a Rb-ion jól felhasználható a növények hidegérzékenységének vizsgálatára. Feltehető, hogy a fajon belüli fiziológiai különbségek gyors megállapításával e módszerünket a gyakorlat is hasznosítani tudja.

Az eddigi eredményekből arra következtetünk, hogy hideg-sokk hatással elsősorban az egy vegyértékű kationok (alkáli fémek) felvételénél számolhatunk. De nem tartjuk kizártnak más ionok hasonló viselkedését sem, amelyre MAZEL és CSISZTOVA [5], valamint MUNNS és munkatársai [6] közleményeiben szintén utalásokat találhatunk. Érdekesnek ígérkezik továbbá az  $\text{NH}_4^+$ -ion vizsgálata is, mivel a N felvételét ZHURBITZKY és SHTRAUSBERG [11] szerint alacsony hőmérséklet kevésbé gátolja, mint pl. a káliumét. Az is várható, hogy a közös „szállítóval” rendelkező ionok hasonlóképpen fognak majd viselkedni.

A probléma további megvilágításához tartozik a különböző ionok esetleges módosító hatásának vizsgálata. Ezzel kapcsolatban különösen a membránok permeabilitását befolyásoló anyagok kerülnek előtérbe, melyek minden bizonnyal döntően kihatnak a hideg-sokk fellépésére is.





4. ábra

Rövid időtartamú hűtés hatása a cirok növekedésére. (Bal: hűtött, jobb: kontroll)

A kísérleti munkát a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (Bécs) támogatásával végeztük (szerződés szám: 561/RB). A kutatómunkához nyújtott segítségért ezúton is köszönetet mondunk.

### Összefoglalás

Vizsgálataink során megállapítást nyert, hogy hirtelen hőcsökkenés hatására több növénynél (cukordinnye, uborka, cirok) tapasztalható az ún. hideg-sokk hatás. Ennek eredményeképpen a gyökerek Rb-ion felvétele egy meghatározott hőmérséklet alatt, 0° felé haladva a csökkenés után, ismét emelkedő tendenciát mutat. A kritikus hőmérsékleti érték — vagyis ahol a sokk-hatás fellép — általában a növények hideg érzékenysége szerint alakul.

### Irodalom

- [1] CSEH, E. & BÖSZÖRMÉNYI, Z.: Bromide absorption by wheat roots at 0 °C. Acta Bot. Hung. **10**. 87—93. 1964.
- [2] KOROVIN, A. I., SZÜCSEVA, Z. F. & BÜSZTROVA, Z. A.: Vlijanie temperaturü pocsvü na szoderzsanie forin foszfora v rasztenijah. Fiziol. Raszt. **10**. 137—141. 1963.
- [3] KRAMER, P. J.: Plant and Soil Water Relationships. McGraw-Hill. London. 1949.
- [4] LYCKLAMA, J. C.: The absorption of ammonium and nitrate by perennial ryegrass. Acta Bot. Neerl. **12**. 361—423. 1964.
- [5] MAZEL', JU. JA. & CSISZTOVA, E. D.: Vlijanie temperaturü na pogloscsenie kal'cija rasztenijami. Dokl. TSZHA. **103**. 301—308. 1965.
- [6] MUNNS, D. N., JOHNSON, C. M. & JACOBSON, L.: Uptake and distribution of manganese in oat plants. III. An analysis of biotic and environmental effects. Plant and Soil. **19**. 285—295. 1963.
- [7] PIRSON, A., LORENZEN, H. & KOEPPER, L.: A sensitive stage in synchronized cultures of Chlorella. Plant Physiol. **34**. 353—355. 1959.
- [8] SARIC, M. & CURIC, R.: The uptake of P, Ca, S and Fe by the plants in dependence of temperature. Agrochimica (Pisa). **7**. 173—184. 1963.
- [9] STRANGE, R. E.: Effect of magnesium on permeability control in chilled bacteria. Nature. **203**. 1304—1305. 1964.

- [10] VARGA, M. & ZSOLDOS, F.: The effect of nitrogen supply on the indoleacetic acid oxidase activity of the roots of rice plants. *Acta Bot. Hung.* **9**, 171—176. 1963.
- [11] ZHURBITZKY, Z. L. & SHTRAUSBERG, D. V.: The effect of temperature on the mineral nutrition of plants. *Proc. First (UNESCO) Internatl. Conf. Sci. Res.* **4**, 270—285. 1958.
- [12] ZSOLDOS, F.: The influence of  $\text{NH}_4^+$  on the growth of rice plants. *Acta Bot. Hung.* **8**, 213—218. 1962.
- [13] ZSOLDOS, F.: Az alacsony hőmérséklet hatása a rizsgyökerek ionfelvételére. *Agrokémia és Talajtan.* **16**, 653—658. 1967.

Érkezett: 1967. augusztus 26.

## The Effect of Cold Shock on the Rubidium Ion Uptake by Different Plants

F. ZSOLDOS

Plant Physiology and Microbiology Department of the József Attila University, Szeged (Hungary)

### Summary

The effect of low temperature on the ion uptake of different plants was studied by isotope Rb 86. The experiments were conducted partly on excised roots, partly on intact plants. The experimental plants grown in water culture (for 6—9 days) were kept in Rb 86 labelled absorption solution ( $5 \cdot 10^{-4}$  mol RbCl) generally for 60 minutes and the time curve of Rb-uptake was constructed. The graphs published here show the 50 minute uptake time.

It was established during the investigations that the so-called cold shock effect can be experienced on the influence of the sudden reduction of heat in the case of many plants (sugar melon, cucumber, sorghum). As a result of this, under a certain temperature, when it is falling towards  $0^\circ\text{C}$ , Rb ion uptake — after the decrease — shows an increasing tendency again. The critical temperature value — that is, where the shock effect occurs — generally depends on the cold sensitivity of the plants (Fig. 1, 2, 3).

The short cold effect ( $1\frac{1}{2}$  hours on  $2^\circ\text{C}$ ) did not result in irreversible physiological changes in the intact plant. After 3 days, however, growth disturbance could be observed, mainly at the roots (Fig. 4). It is supposedly caused by the large amounts of ions getting into the root-cells. Some of these ions are well known to have growth disturbing effects in higher concentrations. In addition to this, great importance is attached to disturbances arising in cell multiplication and growth due to the effect of low temperature.

Fig. 1. Rb uptake ( $\mu\text{mol/g}$  dry weight) of sorghum and rice roots at different temperatures. 1. sorghum 2. rice.

Fig. 2. Rb uptake ( $\mu\text{mol/g}$  dry weight) of cucumber and melon roots at different temperatures. 1. cucumber 2. melon.

Fig. 3. Rb uptake of wheat, maize, barley and sorghum roots at different temperatures. 1. wheat, 2. maize, 3. barley, 4. sorghum.

Fig. 4. The effect of short term chilling on the growth of sorghum. (left: chilled; right: control).

## Wirkung des Kälteschocks auf die Absorption von Rubidium-Ionen verschiedener Pflanzenarten

F. ZSOLDOS

Institut für Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie der Attila József Universität, Szeged (Ungarn)

### Zusammenfassung

Wir haben die Wirkung niedriger Temperaturen auf die Ionenaufnahme verschiedener Pflanzenarten bei Anwendung des Isotops Rb—86 beobachtet, und zwar wurden die Versuche mit teils excisierten, teils intakten Pflanzen vorgenommen. Die in Wasserkultur 6—9 Tage lang gehaltenen Testpflanzen wurden im allgemeinen 60 Minuten hindurch in eine mit Rb—86 markierte  $5 \cdot 10^{-4}$  M RbCl-Lösung gehalten und ihre Rb-Absorption in der Zeit registriert. Die dargestellten Grafiken beziehen sich auf eine Absorptionsdauer von 50 Minuten.

In den Untersuchungen konnten wir bei mehreren Pflanzenarten (Zuckermelone, Gurke, Mohrenhirse) eine von der plötzlichen Temperatursenkung hervorgerufene Kälteschockwirkung feststellen. Als deren Folge tritt in der Rb-Ionaufnahme der Wurzeln — nach einer Senkung gegen  $0^{\circ}\text{C}$  — wieder eine steigende Tendenz auf. Der kritische Temperaturwert d. h. der Wert, bei dem sich die Schockwirkung zeigt, hängt im allgemeinen von der Kälteempfindlichkeit der Pflanzen ab (s. Abb. 1. 2. 3.). Eine Kältewirkung von kurzer Dauer (1,5 Stunden bei  $2^{\circ}\text{C}$ ) rief bei den intakten Pflanzen keine irreversible physiologische Änderung hervor. Nach drei Tagen aber war an den Wurzeln eine Wachstumsstörung zu beobachten (Abb. 4.). Diese Störung dürfte durch die übergrossen Mengen in die Wurzelzellen eindringenden Ionen hervorgerufen worden sein, von denen einige, so z. B. die  $\text{NH}_4^+$ -Ionen in grösserer Konzentration wachstumsstörend sind. Ausserdem schreiben wir jenen Störungen, die in der Zellenteilung und im Zellenwachstum infolge der Kälte Wirkung auftreten, eine wichtige Rolle zu.

Abb. 1. Rb-Absorption ( $\mu\text{mol/g}$  Trockensubstanz) von Mohrenhirse- und Reiswurzeln bei verschiedenen Temperaturen. 1. Mohrenhirse. 2. Reis.

Abb. 2. Rb-Absorption ( $\mu\text{mol/g}$  Trockensubstanz) von Gurken- und Zuckermelonewurzeln bei verschiedenen Temperaturen. 1. Gurken. 2. Zuckermelonen.

Abb. 3. Rb-Absorption von Weizen-, Mais-, Gersten- und Rispenhirsewurzeln bei verschiedenen Temperaturen. 1. Weizen. 2. Mais. 3. Gerste. 4. Rispenhirse.

Abb. 4. Wirkung einer kurzfristigen Kühlung auf das Wachstum der Mohrenhirse (links: gekühlt; rechts: Kontrolle).

### Влияние холодного шока на поглощение ионов рубидия различными растениями

Ф. ЖОЛДОШ

Кафедра физиологии растений и микробиологии Университета им. А. Йожефа, г. Сегед (Венгрия)

#### Резюме

Применяя изотоп Rb—86, изучалось влияние низких температур на поглощение растениями ионов рубидия. Опыты проводились частью с изолированными корнями, частью с целыми растениями. Подопытные растения, выращенные в водных культурах (6—9 дней) помещались на 60 минут в адсорбционный раствор меченный Rb—86 ( $5 \times 10^{-4}$  молярный раствор хлористого рубидия) и вычерчивалась кривая времени поглощения рубидия. Приводимые нами графики показывают поглощение рубидия за 50 минут.

В ряде исследований получили подтверждение тому, что под влиянием резкого снижения температуры у многих растений (сахарная дыня, огурцы, сорго) наблюдается так называемый холодный шок. В результате этого поглощение рубидия корнями растений, после снижения наблюдаемого при приближении к  $0^{\circ}\text{C}$ , при определенной температуре снова показывает повышающуюся тенденцию. Критическая температура т. е. температура при которой наблюдается холодный шок, устанавливается в основном от чувствительности растений к низким температурам (Рисунки 1, 2, 3).

Низкие температуры за короткий период времени (при температуре  $2^{\circ}\text{C}$ ,  $1\frac{1}{2}$  часа) не вызвали никаких необратимых физиологических изменений у целых растений. По прошествии трех дней обнаруживается нарушение роста, прежде всего у корней (Рис. 4). Можно предположить, что это вызвано большим количеством ионов, проникающих в корневые клетки, некоторые из них, например  $\text{NH}_4^+$  в больших концентрациях известны как тормозящие рост. Кроме этого важную роль играет нарушение в делении клеток и в росте, происходящее под влиянием низких температур.

Рис. 1. Поглощение ионов рубидия (микромоль/г. сухой вес) корнями сорго и риса при различных температурах. 1. Сорго. 2. Рис.

Рис. 2. Поглощение ионов рубидия (микромоль/г. сухой вес) корнями огурцов и сахарной дыни при различных температурах. 1. Огурцы. 2. Сахарная дыня.

Рис. 3. Поглощение ионов рубидия корнями пшеницы, кукурузы, ячменя и проса при различных температурах. 1. Пшеница. 2. Кукуруза. 3. Ячмень. 4. Просо.

Рис. 4. Влияние непродолжительного охлаждения на рост сорго. (Слева: охлаждение, справа: контроль.)